Aus der Abteilung für Zahnerhaltung
Leiter: Dozent Dr. Reinhold Ritter
des Zahnärztlichen Instituts der Universität Breslau
Direktor: Professor Dr. Euler

Über die Verwendbarkeit der Aluminium-Legierung „Uralin" als Gußfüllung

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades der Zahnheilkunde
bei der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Breslau

vorgelegt von

Georg Engler
Zahnarzt

1939

Druck: Schlesische Verlagsanstalt und Druckerei Karl Klossok K.-G., Breslau.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Breslau

---

1. Referent: Dozent Dr. Ritter
2. Referent: Prof. Dr. Euler
Dekan: Prof. Dr. Gutzeit

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet

Über die Verwendbarkeit der Aluminium-Legierung „Uralin“ als Gußfüllung

Die Verwendung des Aluminiums für zahnärztliche Zwecke läßt sich in der Literatur bis zum Anfang der sechziger Jahre des vorigen Jahrhunderts zurückverfolgen. Während nach einem Versammlungsbericht der Ohio State Dental Society die ersten Versuche mit Aluminiumgebißplatten in Amerika im Jahre 1866 angestellt wurden, hatte sich in Deutschland Süersen bereits 1863 ein Gebiß mit Aluminiumbasis angefertigt, das er selbst auf den Zahnärztekongressen im Jahre 1864 und 1867 zeigte, und das nicht die geringste Veränderung aufwies. Wegen ihrer großen Leichtigkeit, Unschädlichkeit und ihrer guten Adhäsion empfahl Süersen die Herstellung solcher Platten. Auch Blume, München, empfahl die Verwendung von Aluminium für gestanzte Platten; denn der Aluminiumguß war ihm nur selten geglückt. Die von Beam in Baltimore im Jahre 1869 und von Sauer, Berlin, im Jahre 1871 herausgebrachten Gußverfahren konnten sich wegen der großen Umständlichkeit und des häufigen Mißglückens des Gusses nicht einbürgern. 1887 veröffentlichte Caroll ein neues Gußverfahren unter Anwendung von Luftdruck. Die nach dem Stanz- und Gußverfahren angefertigten Platten führten nicht zu den erhofften Ergebnissen. Erst allmählich fand man, daß diese Mißerfolge auf der mangelnden Reinheit des Metalls beruhten; denn Aluminium ist gegen fremde Beimischungen sehr empfindlich, so daß die geringste Verunreinigung durch Spuren anderer Metalle das spätere Verhalten der Oberfläche gegen chemische Einflüsse im höchsten Grade beeinträchtigt. Das damalig käufliche Aluminium war durch verschiedene Zusätze, wie Silizium, Mangan, Eisen, Kohlenstoff usw. stark verunreinigt.

In den Jahren 1888 bis 1891 erfuhr die elektrolytische Darstellung des Aluminiums eine Vervollkommnung und es gelang, das Metall in reiner Form darzustellen. Obwohl der Preßgußapparat von August Polscher (1888—93) große Anerkennung fand, ging er selbst im Jahre 1892 dazu über, Aluminiumgebißplatten zu stanzen oder zu pressen und die Zähne in Kautschuk daran zu befestigen. Diese Methode erwies sich in der folgenden

Zeit als durchaus brauchbar und sie wurde bis zum Ausbruch des Weltkrieges angewendet.

Als während des Krieges eine Kautschukknappheit eintrat, der Ersatzkautschuk sich aber als minderwertig erwies, spielte das Aluminium für die Anfertigung von Gebißplatten eine bedeutende Rolle. Nicht nur die Platten wurden aus Aluminium hergestellt, sondern auch die Molaren, und die nicht sichtbaren Vorderzähne wurden in Wachs modelliert und massiv in Aluminium gegossen. Hierbei erprobte man die verschiedensten Legierungen.

Mamlock, Berlin, verwendete zum Guß von künstlichen Gebissen eine Legierung von 98% Aluminium und 2% Phosphorbronze, mit der er gute Erfahrungen machte.

Hermann Schroeder fand nach umfangreichen Untersuchungen die Legierung 96% Aluminium und 4% Kupfer als sehr brauchbar und empfahl sie daher zur Herstellung von Gebissen.

Im Reservelazarett Paderborn verarbeitete man mit gutem Erfolge Reinaluminium mit 5% Silberzusatz für Gebisse und Gußfüllungen.

Nach dem Kriege wurde das Aluminium langsam aus der Zahnheilkunde verdrängt, da neben Erfolgen auch sehr viele Mißerfolge gezeitigt wurden, die nach neueren Untersuchungen in Verarbeitungsfehlern und in der Verwendung ungeeigneter Legierungen ihren Grund hatten. Die meisten Beanstandungen des Materials bezogen sich auf eine schnelle und unaufhaltsame Korrosion. Auch trat beim Tragen dieser Aluminium-Prothesen ein unangenehmer metallischer Geschmack auf. Da in den letzten Jahren die Verwendung von Edelmetallen in der Zahnheilkunde vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus nicht erwünscht war, ist das Aluminium als Austauschstoff für die Edelmetalle in den Vordergrund des Interesses gerückt. Man verwendet neue Legierungsarten, die nur ganz geringe Zusätze von anderen Metallen haben; denn darauf beruhten nach den bisherigen Erfahrungen die Mißerfolge, die sich in Korrosionsunbeständigkeit und dem Auftreten von metallischem Geschmack zeigten.

Während an der Westdeutschen Kieferklinik, Düsseldorf, von Hofrath und Holler in eingehenden Untersuchungen geeignete Aluminium-Legierungen für die Verwendung in der Prothelik und Orthopädie gefunden wurden, hat Preyers, Krefeld, in jahrelangen praktischen Versuchen eine Aluminium-Legierung gefunden und unter dem Namen „Uralin" herausgebracht, die hauptsächlich für Gußfüllungen geeignet ist. Diese Legierung besteht nach Angabe von Preyers zu über 99% aus Reinaluminium mit nur 0,92% Beimengung fünf anderer Elemente.

Über seine jahrelangen praktischen Erfahrungen mit dieser Aluminium-Legierung „Uralin" berichtet Preyers ausführlich in der „Z. R." 1938, Nr. 10.

Seit Jahren verwendet Preyers seine Aluminium-Legierung „Uralin" für Gußfüllungen und hat mit ihr die besten Erfolge erzielt. Als gute Eigenschaften, die das Uralin aufweist, werden angeführt: Korrosionsbeständigkeit, auch in der Nachbarschaft von anderen Metallen (Gold, alle Amalgamfüllungen); denn auf der Oberfläche befindet sich stets eine oxydische Schutzschicht, die sich in einigen Tagen bildet, und die das darunter liegende Metall schützt. Das elektrolytische Potential zwischen den verschiedenen Metallen und der Aluminium-Legierung wirkt sich nicht in einer Zersetzung des elektrochemisch unedleren Aluminiums aus. Diese hauchdünne Oxydschicht besitzt eine hohe Eigenbeständigkeit. Die Farbe ist silberweiß und unauffällig. Die Geschmeidigkeit, verbunden mit einer gewissen Zähigkeit, erleichtert das Anarbeiten des Materials und setzt dem Kaudruck keinen lästigen und gefährlichen Widerstand entgegen. Auch besitzt das Uralin eine geringe Gußkontraktion, so daß die Füllungen sofort passen.

Auf dem achten Deutschen Zahnärztetag zu Düsseldorf demonstrierte Preyers der Arbeitsgemeinschaft für Zahnerhaltungskunde acht Patienten mit jahrealten Arbeiten aus seiner Aluminium-Legierung. Die Arbeiten befanden sich durchweg in ausgezeichnetem Zustande und fielen durch eine schöne silberweiße Oberflächenbeschaffenheit auf. Die Patienten betonten übereinstimmend, daß sich das Aluminium gut trage und keinerlei Geschmackswirkung verursache. Entzündungen oder Verfärbungen des Zahnfleisches waren bei keinem Patienten zu beobachten.

Eigene Untersuchungen mit der Aluminium-Legierung „Uralin".

Bei meinen Untersuchungen mit der Aluminium-Legierung Uralin wurde das Metall nicht nur auf sein Verhalten im Munde des Patienten geprüft, sondern es wurden auch Versuche zur Prüfung seiner physikalischen und chemischen Eigenschaften im Laboratorium durchgeführt. Diese Laboratoriumsprüfungen führte ich unter Anleitung von Dipl.-Ing. Schicha beim Materialprüfungsamt an der hiesigen Technischen Hochschule durch.

Die physikalischen Eigenschaften einer Legierung, die für den Zahnarzt große Bedeutung besitzen, sind Härte und Festigkeit, Geschmeidigkeit, das spezifische Gewicht und der Schmelzpunkt.

Die Härte des Uralins ermittelte ich mittels der Härteprüfung nach Brinell. Das grundlegende Prinzip dieser Härteprüfung

beruht darauf, daß eine gehärtete Stahlkugel unter einem bestimmten Druck gegen die ebene Oberfläche des zu prüfenden Probekörpers gedrückt wird. Brinell hat bei seinem Verfahren als Maßstab für die Härte des Werkstoffes den Quotienten aus Prüflast durch Flächeneinheit des hierbei entstandenen Eindruckes festgelegt und für die Berechnung der Härte H in kg/mm² folgende Formel angegeben:

$$H = \frac{2\,P}{\pi\,D\,(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Hierbei bedeuten:

P = Belastung der Kugel in Kilogramm.
D = Kugeldurchmesser in Millimetern.
d = Durchmesser der Eindruckfläche in Millimetern.
d = Durchmesser der Eindruckfläche in Millimetern.

Der Prüfdruck ist mit 62,5 kg,
der Kugeldurchmesser mit 5 mm,
die Belastungsdauer mit 30 Sekunden festgesetzt.

Bei meinen Versuchen verwendete ich als Versuchskörper Zylinder von 8 mm Höhe und Durchmesser. Der Eindruckdurchmesser wurde mittels des Meßmikroskops in zwei zueinander senkrechten Richtungen gemessen und konnte bis auf hundertstel Millimeter abgelesen werden. Eindrücke mit zackigen oder eingebrochenen Rändern konnten für den Versuch nicht herangezogen werden, da sie keine einwandfreie Auswertung zuließen.

Nach Ermittlung des Eindruckdurchmessers konnte aus einer der Brinellpresse beiliegenden Tabelle die Härtezahl für das Uralin abgelesen werden.

In nachfolgender Tabelle sind die in fünf Prüfungen ermittelten Werte eingetragen.

Tabelle I.

Lfde. Nr.	Eindruck in mm	Mittel in mm	Härte kg/mm²	Härtemittel kg/mm²
1	1,93			
	1,91	1,92	20,8	
2	1,92			
	1,90	1,91	21,0	
3	1,92			
	1,92	1,92	20,8	21,1
4	1,89			
	1,87	1,88	21,5	
5	1,91			
	1,88	1,89,5	21,3	

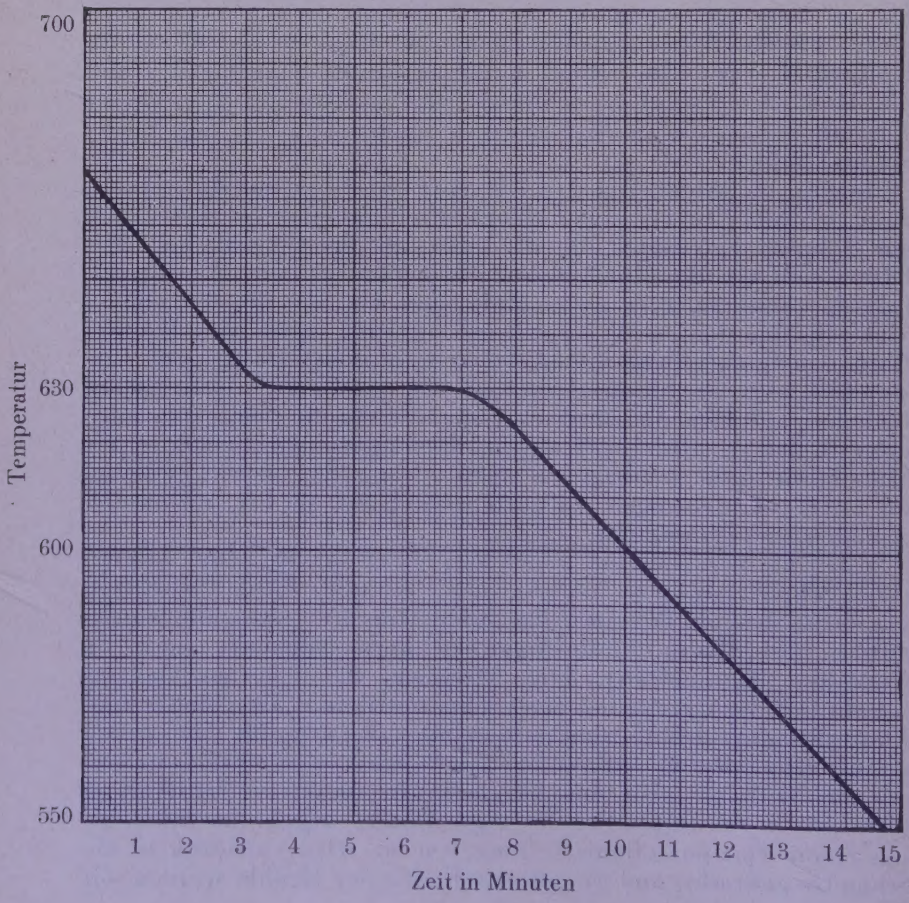
Wie die Tabelle zeigt, beträgt der aus den fünf Prüfungen ermittelte Mittelwert für die Härte des Uralins 21,1 kg/mm². Ein mm² des Werkstoffes vermag also eine Last von 21,1 kg zu tragen. Die Brinellhärten der Amalgame zeigen Werte von 30—40 kg/mm². Mittels der Brinellpresse wurde das Uralin durch den statischen Druckversuch auf seine Zähigkeit bzw. Sprödigkeit geprüft. Bei diesem Versuch wird ein Probestück durch allmählich gesteigerte Belastung auf Druck beansprucht. Während bei sprödem Material bald Risse und Sprünge auftreten, zeigt die Probe des zähen, nicht brechenden Materials eine Verkürzung der ursprünglichen Höhe und eine Vergrößerung des Querschnittes.

Bei den mit Zylindern von 8 mm Höhe und Durchmesser durchgeführten fünf Versuchen wurde die Belastung allmählich bis auf 1000 kg gesteigert. An den Probekörpern waren nach dieser großen Belastungsprobe keinerlei Risse oder Sprünge zu beobachten. Der Querschnitt hatte an Größe zugenommen und die Höhe der Probekörper betrug nur noch die Hälfte. Dieser Versuch zeigte eine außerordentlich große Zähigkeit des Werkstoffes Uralin.

In der Weichheit und der Zähigkeit seiner Aluminium-Legierung erblickt Preyers einen Hauptvorteil, wenn er schreibt: „Ein am Kauakt beteiligtes Metall sollte an der Oberfläche nicht härter sein als die Zahnsubstanz; denn es wird sonst die physiologische Abnutzung in jedem Falle anormal beeinflussen und in vielen Fällen den ersten Keim zur Lockerung legen. Eine kantenfeste Amalgamfüllung läßt sich als Funktionsfüllung nicht verwenden, weil das Material zu hart und spröde ist." Auch Schönbeck hat auf dem diesjährigen Zahnärztetag die Forderung aufgestellt, daß der Werkstoff an dem biologischen Geschehen in der Mundhöhle nicht vorbeigehen dürfe. Vor allem dachte er dabei an gewisse Legierungen, die so hart sind, daß sie bei Aufbiß den Antagonisten abschleifen.

Für die Verarbeitung einer Legierung ist es sehr wichtig, ihren Schmelzpunkt zu kennen, damit sie nicht durch Überhitzen ungünstig beeinflußt wird. Die Schmelzpunktbestimmung wurde mittels des Platin-Platin-Rhodium-Thermoelementes nach Le Chatelier durchgeführt. Die Wirkung des Thermoelementes beruht auf der Erzeugung eines Thermostromes. Die Platin- und Platin-Rhodiumdrähte sind miteinander verschweißt und geben an der Schweißstelle erhitzt, bei 1600° eine Potentialdifferenz von etwa 17 Millivolt, also eine Thermokraft von etwa 1 Millivolt je 100°. Diese Schweißstelle, die zum Schutze gegen die Schmelze mit einem Hartporzellanrohr umgeben ist, wird vorsichtig in die Schmelze gebracht, und die offenen Enden der Drähte werden mit

einem Millivoltmeter verbunden, dessen Skala nach Temperaturgraden geeicht ist. Das Metall wurde in einem Porzellantiegel, der von einem Sandbade umgeben war, bis zur vollständigen Verflüssigung erhitzt und durch Ausschaltung der Wärmequelle langsam zum Abkühlen gebracht. Diese Abkühlung des Metalls wurde in Zeitabständen von 30 Sekunden von der Skala des Millivoltmeters abgelesen. Den Schmelzpunkt findet man durch Beobachten der Abkühlungskurve, auf der er als ausgeprägter Haltepunkt hervortritt, da die Temperatur beim Schmelzpunkt infolge Freiwerdens der Schmelzwärme eine Zeitlang konstant bleibt. Bei den beiden durchgeführten Schmelzpunktbestimmungen wurde für das Uralin der Schmelzpunkt bei 630° ermittelt.



Zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes wurde die doppelarmige spezifische Waage nach Mohr benutzt. Um einen möglichst genauen Wert zu erhalten, wurden Wägungen mit fünf gegossenen Körpern durchgeführt.

Die aus den einzelnen Versuchen errechneten Werte sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Tabelle II.

Lfde. Nr.	Gewicht P_1	Gewicht P_2	Spez. Gewicht	Mittelwert
1	2,875	1,015	2,830	
2	0,975	0,350	2,786	
3	1,050	0,375	2,820	2,759
4	1,880	0,695	2,705	
5	1,950	0,735	2,653	

p_1 = Gewicht des Körpers vor dem Versuch.
p_2 = Gewichtsverlust des Körpers im Wasser.

Der aus diesen fünf Werten errechnete Mittelwert ergibt für das Uralin ein spezifisches Gewicht von 2,759.

Das spezifische Volumen gibt in Kubikzentimetern an, welches Volumen ein Gramm des Materials einnimmt. Für das Uralin ergab das spezifische Volumen einen Wert von 0,362 cm³, indem aus dem spezifischen Gewicht der reziproke Wert errechnet wurde. Nehmen 2,759 g Uralin das Volumen von 1 cm³ ein, so beträgt für ein Gramm das Volumen $\frac{1,00}{2,759} = 0,362$. Ein Gramm Uralin nimmt also ein Volumen von 0,362 cm³ ein.

Von großer Bedeutung für die Beurteilung einer Legierung sind ferner die metallographischen Untersuchungen mit Hilfe des Mikroskops, die einen Aufschluß über den inneren Aufbau des Metalles ermöglichen. Holler hat in seinen oben erwähnten Versuchen mit Aluminium-Legierungen festgestellt, daß geeignete Aluminium-Legierungen durch unzweckmäßige Behandlung während des Schmelz- und Gießprozesses eine ungünstige Beeinflussung des Metallgefüges erfahren können, die sich in einer geringen Korrosionsbeständigkeit auswirkt und die Verwendung im Munde des Patienten unmöglich macht.

Das Aluminium hat nämlich die Eigenschaft, während des Schmelzens Gase aufzunehmen, und zwar steigt diese Gasaufnahme mit höherer Temperatur sehr schnell an. Das aufgenommene Gas wird nun beim Erstarren der Schmelze entweder an der Oberfläche wieder ausgeschieden oder es sammelt sich im

Innern des Gußstückes und führt zu den sogenannten Lunkern, die die mechanische Festigkeit des Werkstückes außerordentlich beeinträchtigen. Bei starker Gasausscheidung an der Oberfläche der Gußstücke bilden sich größere nicht ausgeflossene Aushöhlungen, die das Gußstück sehr häufig unbrauchbar machen. Auf Grund dieser Eigenschaft fordert Holler beim Aluminiumschmelzverfahren eine möglichst tiefe Gießtemperatur.

Für die mikroskopischen Untersuchungen wurden zwei Präparate aus überhitztem Metall, und zwei, bei denen das Uralin nur etwas über dem Schmelzpunkt erhitzt war, angeschliffen, auf Hochglanz poliert und zur Sichtbarmachung des inneren Gefüges angeätzt.

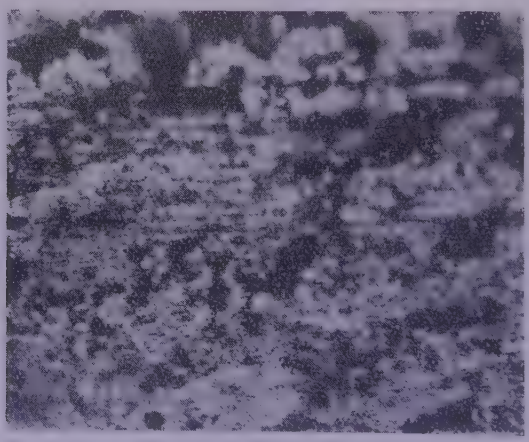


Abb. 1

Abb. 1 zeigt das Gußgefüge des Uralins, das mit zu heißer Flamme geschmolzen wurde. Das in größerer Menge aufgenommene Gas hat sich im Innern des Werkstückes gesammelt und zu starker Lunkerbildung geführt.

Abb. 2 zeigt das metallurgische Gefüge des nur etwas über den Schmelzpunkt erhitzten Uralins. Die Gasaufnahme ist nur gering; es sind wohl noch Lunker vorhanden, aber sie sind nur noch vereinzelt und haben nicht mehr die Ausdehnung, wie wir sie auf Abb. 1 beobachten können.

Die Gießtemperatur beeinflußt auch die Kontraktion, die bei allen Metallen beim Erstarren auf normale Temperatur auftritt; denn über den Schmelzpunkt erhitzte Metalle dehnen sich mit zunehmender Temperatur ungleich stärker aus, da sie sich zu verflüchtigen suchen. Die Folge davon ist eine um so stärkere

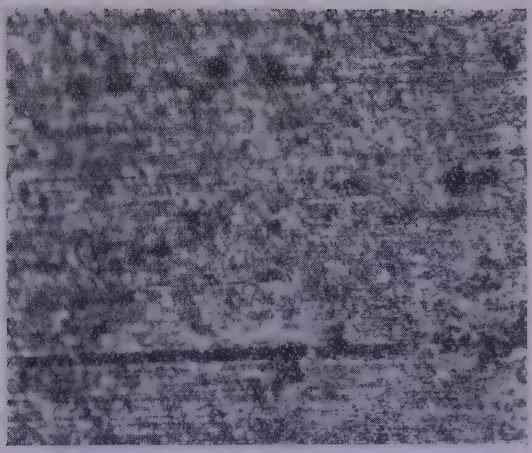


Abb. 2

Kontraktion. Ist nun die Kontraktion sehr groß, so wirkt sie sich bei Gußfüllungen dahin aus, daß die Gußstücke im Verhältnis zur ursprünglichen Kavität zu klein sind.

Für zwanzigkarätiges Gold beträgt nach Price die größte Kontraktion, wenn flüssiges Gold sich auf Zimmertemperatur abkühlt, im ungünstigsten Falle 3,8%. Beim Aluminium und seinen Legierungen ist sie von der Aluminiumzentrale, Berlin, mit ungefähr 7% angegeben. Diese Kontraktion wird nach Scheer durch geeignete Maßnahmen beim Gießen, wie die Verwendung eines genügend großen Metall-Überschusses, der dem in der Hohlform befindlichen Metall einen starken Überdruck entgegensetzt und keine Möglichkeit gibt, sich zu kontrahieren, bis zu einem gewissen Grade verringert.

Um festzustellen, inwieweit die Gußstücke aus Uralin eine Kontraktion erfahren, wurden bei zehn extrahierten Zähnen Gußfüllungen aus Uralin angefertigt. Die Zähne mit den einzementierten Füllungen wurden in der Längsachse durchgeschnitten und unter dem Mikroskop bei zwanzigfacher Vergrößerung untersucht. Vergleichsweise wurden je zehn Zähne mit Gußfüllungen aus Palliag und Würzburger Weißmetall versehen und in der gleichen Weise behandelt.

Schon beim Einsetzen der Gußfüllungen zeigte sich, daß die Füllungen aus Uralin sich sehr leicht in die Kavität bringen und auch wieder daraus entfernen ließen. Dagegen saßen die Füllungen aus Palliag und Würzburger Weißmetall beim Einprobieren so gut, daß es nicht ganz leicht war, sie wieder aus der Kavität zu

entfernen. Also mußten die Gußstücke aus Uralin eine geringe Kontraktion erfahren haben.

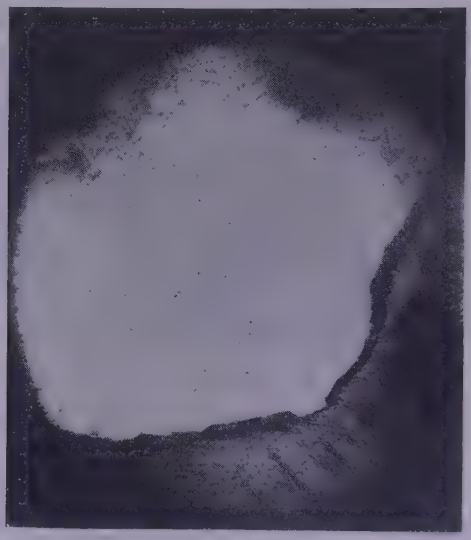


Abb. 1

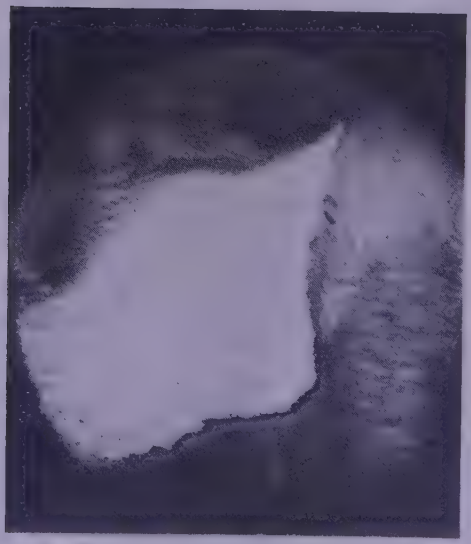


Abb. 2

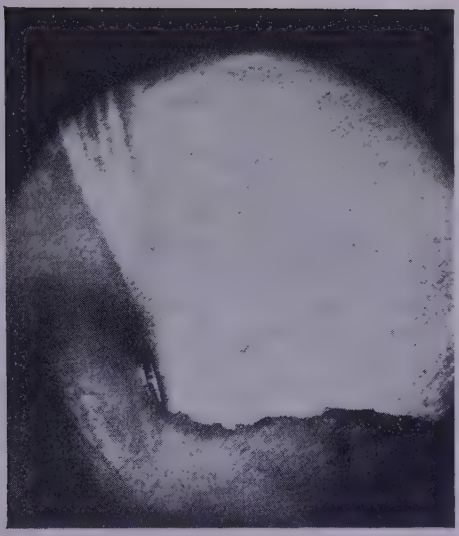


Abb. 3

Diese Beobachtung wird auch durch die mikroskopischen Untersuchungen bestätigt. Die Abbildungen 1—3 zeigen die Mikrophotogramme der mit den drei Legierungen gefüllten Zähne. Die Zementzwischenschicht, die den Spalt zwischen Füllung und Zahnwand ausfüllt, ist auf den Abbildungen als tief dunkler Streifen sichtbar. Aus den Abbildungen ist zu ersehen, daß die Zementzwischenschicht bei der Gußfüllung aus Uralin (Abb. 1) breiter ist, als die bei den Füllungen aus Palliag (Abb. 2) und Würzburger Weißmetall (Abb. 3). Während die dünne Zementzwischenschicht bei den Füllungen aus Palliag und Würzburger Weißmetall als normal angesehen werden darf, zeigt die etwas breitere Zementzwischenschicht bei der Gußfüllung aus Uralin, daß das Gußstück gegenüber dem Wachsabdruck an Größe eingebüßt hat, also eine Kontraktion erfahren hat. Doch ist diese Kontraktion so gering, daß sie nicht als Nachteil angesehen werden darf.

Neben der Kenntnis der physikalischen Eigenschaften eines Füllmaterials ist von besonderer Wichtigkeit die Beständigkeit gegenüber den Mundsäuren, die Korrosionsfestigkeit des betreffenden Materials.

Nach der Definition der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde versteht man unter Korrosion den von der Oberfläche ausgehenden Angriff chemischer oder elektrochemischer Natur von

Stoffen auf Metalle oder Legierungen, der zu ihrer Zerstörung führt. Zur Ermittlung der Korrosionsfestigkeit eines Materials dienen die von Schönbeck eingeführten Testreagentien, die sich bisher bei allen vorausgegangenen Untersuchungen voll bewährt haben; denn aus den Laboratoriumsversuchen lassen sich sehr wohl Schlüsse auf Mundbeständigkeit ziehen.

Vereinzelt ist aber die Laboratoriumsprüfung als nicht beweiskräftig abgelehnt worden, weil die komplizierten Verhältnisse des Mundes, wie wechselnde Beschaffenheit des Speichels, die Spültätigkeit dieses Sekretes, Mundhygiene, Kost, Rauchen, medikamentöse und andere Einflüsse in vitro nicht wiederzugeben sind.

Gegen diesen Einwand wendet sich Beeg mit der Begründung, daß die Prüfung zahnärztlicher Materialien ausschließlich im Munde des Patienten wegen der Verschiedenartigkeit der Mundverhältnisse keine einheitlichen Ergebnisse zeitigt und einen Vergleich der angebotenen Werkstoffe nicht gestattet. Dagegen ist bei der Verwendung einheitlicher Testreagentien geeigneter Konzentration eine wirkungsvolle Korrosions- und Farbbeständigkeitsprüfung in vergleichender Form möglich. Werkstoffe, die den verschärften Bedingungen künstlicher Korrosionsversuche erfolgreich widerstehen, können auch unbedenklich den durchschnittlichen natürlichen Mundverhältnissen zugemutet werden.

Auch Schönbeck u. a. fordern, daß eine Laboratoriumsprüfung vorausgehen müsse, bevor die Präparate am Patienten versucht werden dürfen.

Diese Laboratoriumsprüfung des Uralins wurde mit folgenden von Schönbeck eingeführten Elektrolyten durchgeführt; denn die Anwendung verschiedener Elektrolyten soll über die chemische Widerstandsfähigkeit des Materials im Munde einen Anhalt geben.

1. 1%ige Milchsäurelösung.
2. 1%ige Milchsäurelösung + 0,25 Na. Cl.
3. 1%ige Kochsalzlösung.
4. 1%ige Lösung von kohlensaurem Natron.
5. 1%ige Lösung von doppeltkohlensaurem Natron.

Als Versuchskörper wurden quadratische Platten von 1 cm Größe und 0,2 cm Stärke gegossen. Nachdem diese poliert, mit absolutem Alkohol gereinigt, mit Warmluft getrocknet und auf einer analytischen Waage auf vier Dezimalen genau gewogen waren, wurden sie unmittelbar den Elektrolyten ausgesetzt. Mit jeder der oben genannten fünf Lösungen wurden zwei Glasröhrchen mit 50 cm³ Inhalt gefüllt, mit je einem Versuchskörper beschickt und verschlossen. 60 Tage lang blieben nun die Unter-

suchungskörper in den Testreagentien. Wie bei der nach 30 Tagen vorgenommenen Kontrollwägung, wurde auch nach Abschluß des Versuches das Metall den Lösungen entnommen, mit absolutem Alkohol gesäubert, getrocknet, zurückgewogen und der Korrosionsverlust auf Zehntel Milligramm genau ermittelt.

Zunächst soll bei den Versuchskörpern die Veränderung der Farbe, die sie bei der 60tägigen Liegedauer in den einzelnen Lösungen erfahren haben, beschrieben werden.

An den Präparaten aus der 1%igen Milchsäure und der 1%igen Milchsäure mit 0,25% Kochsalzzusatz ist die Farbe etwas ins Grau-Schwarze gehend verändert worden. Diese Verfärbung ließ sich sehr leicht wieder abwischen, so daß die silberhelle Farbe wieder zum Vorschein kam.

In der 1%igen Kochsalzlösung zeigten die beiden Versuchskörper eine bräunliche Verfärbung, die durch Abwischen nicht restlos beseitigt werden konnte.

Die Versuchskörper in der 1%igen Lösung von kohlensaurem und doppeltkohlensaurem Natron waren nach 60tägiger Liegedauer schwach grau-braun verfärbt. Diese Verfärbung ließ sich durch bloßes Abwischen nicht beseitigen. Nach diesen äußerlich gemachten Beobachtungen konnte bei allen Versuchskörpern eine Löslichkeit in den oben genannten fünf Lösungen nicht festgestellt werden.

Die Korrosionsverluste, die auf Grund der Wägungen ermittelt wurden, sind in folgender Tabelle zusammengestellt

Lfde. Nr.	Rohgewicht in g	Gewicht nach Versuch	Gewichtsveränderung	Gewichtsveränderung in Proz.
		1%ige Milchsäurelösung		
1	0,6460	0,6441	— 0,0019	— 0,29
2	0,6850	0,6824	— 0,0026	— 0,38
		1%ige Milchsäure mit 0,25% Kochsalzzusatz		
3	0,6585	0,6524	— 0,0061	— 0,93
4	0,6374	0,6324	— 0,0050	— 0,78
		1%ige Kochsalzlösung		
5	0,7887	0,7877	— 0,0011	— 0,13
6	0,6944	0,6931	— 0,0013	— 0,19
		1%ige Lösung von kohlensaurem Natron		
7	0,6331	0,6460	— 0,0071	— 1,09
8	0,6254	0,6208	— 0,0046	— 0,74
		1%ige Lösung von doppeltkohlensaurem Natron		
9	0,6884	0,6876	— 0,0008	— 0,12
10	0,6361	0,6356	— 0,0005	— 0,08

Die in der Tabelle verzeichneten Korrosionsverluste ergeben also folgendes Endergebnis:

In den alkalischen Lösungen sehen wir beim kohlensauren Natron mit 1,09% den größten Gewichtsverlust, während das Material im doppeltkohlensauren Natron mit 0,08% von allen Versuchen den geringsten Verlust aufweist.

Bei den sauren Lösungen zeigt die 1%ige Milchsäurelösung mit 0,25% Kochsalzzusatz mit 0,95% den größeren Korrosionsverlust.

Der Gewichtsverlust der Probekörper in der Kochsalzlösung mit 0,19% ist als gering zu bezeichnen.

Eine Auflösung findet in allen verwendeten Testreagentien statt. Die Korrosionsverluste sind aber angesichts der verwendeten Konzentration der einzelnen Elektrolyten, verglichen mit der Konzentration der Mundsekrete, als gering zu betrachten.

Außer der Prüfung der Korrosionsfestigkeit der Aluminium-Legierung ist noch ihr Verhalten gegenüber Quecksilber von Bedeutung.

Während Aluminium in Nachbarschaft von alten Amalgamfüllungen keinerlei Veränderung aufweist, wird es in Berührung mit frisch gelegten Amalgamfüllungen zerstört. Dieser Zerstörung des Aluminiums liegt nach den Ausführungen der Deutschen Gold- und Silberscheideanstalt, Pforzheim, folgender Vorgang zu Grunde: „Die Gußfüllung nimmt, solange die Amalgamfüllung weich ist, etwas Quecksilber auf. Es bildet sich dabei Aluminium-Amalgam. Während nun kompaktes Aluminium an der Luft und unter Wasser beständig ist, weil es eine vollkommen porenfreie Aluminiumoxydhaut trägt, zersetzt sich das Aluminium-Amalgam an der Luft und unter Wasser unter Bildung von Aluminiumhydroxyd und Wasserstoff." Auf Grund dieser Erfahrung darf neben eine Aluminiumgußfüllung eine Amalgamfüllung nicht gelegt werden.

Nach der Bestimmung der physikalischen und chemischen Eigenschaften des Uralins im Laboratorium, war es noch wichtig zu prüfen, wie sich das Uralin im Munde des Patienten verhält. Diese Prüfung am Patienten kam in der Abteilung für Zahnerhaltungskunde am hiesigen zahnärztlichen Institut zur Durchführung. Nach vorangegangenen Phantomversuchen wurden bei zwanzig Patienten dreißig Gußfüllungen aus Uralin angefertigt. Die Kontrollzeit betrug bei den einzelnen Patienten drei bis acht Monate.

Beim Einsetzen der Gußfüllungen zeigte sich, daß die Gußstücke infolge der oben erwähnten geringen Gußkontraktion gut paßten, ohne daß Korrekturen am Gußstück notwendig waren.

Während bei sehr harten Metallen sich ein guter Randschluß nur mit großem Zeitaufwand erreichen läßt, gestattete die Geschmeidigkeit des Uralins ein gutes Anpolieren der Ränder und ließ einen einwandfreien Randschluß erzielen, der auch nach der Kontrollzeit noch tadellos erhalten war. In kosmetischer Hinsicht ist das Uralin infolge seiner silberweißen, unauffälligen Farbe vollauf zufriedenstellend, so daß es sich sogar im Bereiche der Frontzähne zur Zufriedenheit der Patienten verwenden ließ. Eine Verfärbung der Füllung war während der Beobachtungszeit nicht eingetreten, obwohl Gold-, Amalgam-, Palliag- und Würzburger Weißmetallfüllungen im Munde vorhanden waren. Von großer Bedeutung ist das Verhalten des Uralins gegenüber der Zahnsubstanz, der Schleimhaut und dem Organismus. Verfärbungen der Zahnwände, wie wir sie bei Kupferamalgamfüllungen sehen, traten nicht auf. Eine Schädigung für den Organismus, wie sie Schönbeck und Wannemacher bei den Nichtedelmetallegierungen Randolf, Kosmos, Viktoria, Germania usw. nachgewiesen haben, konnte beim Uralin nicht festgestellt werden; doch ist die Beobachtungszeit zu kurz, um ein endgültiges Urteil abgeben zu können.

Nach den Versuchen von Siem ist jedoch auch bei längerer Liegedauer der Füllungen eine Schädigung nicht zu erwarten; denn er hatte bei seinen Versuchen über die Wirkungen des Aluminiums auf den tierischen Organismus festgestellt, daß Aluminate direkt ins Blut eingespritzt giftig wirken, daß aber Aluminium vom intakten Magen-Darmkanal nicht resorbiert wird. Metallgeschmack und Empfindungen von elektrischen Spannungen wurden von keinen Patienten angegeben. Formveränderungen der Füllungen, die auf eine ungenügende Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Kaudruck schließen lassen, waren nach der Beobachtungszeit nicht eingetreten.

Zusammenfassung

Nach den Untersuchungen mit der Aluminium-Legierung Uralin als Gußmaterial für Gußfüllungen ist folgendes zu sagen:

1. Der funktionellen Beanspruchung war das Uralin während der Beobachtungszeit gewachsen.

2. Die Verarbeitung ist nicht umständlicher, als bei anderen Metallen und erfordert auch keine neuen Apparaturen.

3. Die Geschmeidigkeit läßt bei der Politur einen einwandfreien Randschluß erzielen.

4. Verfärbungen der Metallfarbe, nämlich des hellen Silbergraues wie auch der Zahnsubstanz waren im Munde nicht zu beobachten.

5. Eine geringe Löslichkeit des Materials in den Testreagentien war nachweisbar.

6. In kosmetischer Hinsicht kann die Verwendung des Uralins empfohlen werden.

7. In wirtschaftlicher Hinsicht bedeutet die Verwendung von Aluminium eine Einsparung von Edelmetallen.

8. Über das Auftreten von Randkaries und über chemisch-toxische Schädigungen für den Organismus ist wegen der Kürze der Beobachtungszeit ein abschließendes Urteil noch nicht möglich.

Demzufolge läßt sich sagen, daß das Uralin bei sorgfältiger Verarbeitung ein durchaus brauchbares Material für Gußfüllungen ist.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Greth (jetzt Leipzig) für die freundliche Überlassung des Themas meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Besonders danke ich Herrn Dozenten Dr. Ritter für die Durchsicht der Arbeit und für seine liebenswürdige Unterstützung bei meinen Arbeiten.

Literatur

Aluminium-Zentrale, Berlin W 9. „Aluminiumtaschenbuch", 8. Auflage, 1937.

Beeg. „Vergleichende Untersuchung über Korrosion und Farbbeständigkeit sogenannter Weißmetalle in Testreagentien und in Kontakt mit anderen Metallen." ZR. 1935, Nr. 32.

Deutsche Gold- und Silberscheideanstalt, Zweigniederlassung, Pforzheim. DZW. 1937, Nr. 3 (Fragekasten: Frage 241).

Falk. „Goldersatzlegierungen und ihre Bewertung." DZW. 1936, Nr. 5.

Feuchtwanger. „Aluminium und seine Legierungen in der Verwendung für Zahnersatz." Diss. München 1921.

Gräfe. „Goldersatzlegierungen und ihre Bewertung." Diss. Leipzig 1934.

Greth. „Experimentelle Untersuchungen mit einem als Amalgamersatz bezeichneten Schmelzmetall." Zeitschrift für Stanatologie 1930, Heft 7.

Holler. „Die Verwendung des Aluminiums und seiner Legierungen in der zahnärztlichen Prothetik und Orthopädie." DZW. 1938, Nr. 30 und 31.

Linius. „Neuere Fortschritte bei der Herstellung und Verarbeitung von Aluminium und Aluminium-Legierungen." DZW. 1938, Nr. 30.

Mamlock. „Aluminiumguß." DZW. 1917, S. 230.

Merz. „Einführung in die zahnärztliche Metallographie." DZW. 1934, Heft 22.

Montag. „Bericht der Garnison-Zahnarztstelle des Reservelazaretts Paderborn." DZW. 1917, S. 180.

Pässler. „Über die Verwendbarkeit der Edelmetallegierung ‚EWL' als Gußfüllung." Diss. Leipzig 1936.

Preyers. „Zahnärztliche Arbeitsweise mit dem Austauschwerkstoff Aluminium." ZR. 1938, Nr. 10.

— „Zur Eignung des Aluminiums für die Zahnheilkunde." DZW. 1936, Nr. 28.

— „Über Aluminium als Füllmaterial." DZW. 1935, Nr. 49.

— „Merkblatt über Uralin."

Scheer. „Die Mißerfolge bei der Gußfüllung." ZR. 1927, Nr. 51/52.

— „Die Fehlerquellen beim Metallgußverfahren unter besonderer Berücksichtigung des Gusses mit Randolf-Metall und deren Verhalten im Munde." Monatsschrift für Zahnheilkunde 1923, Nr. 6.

Schönbeck. „Wesen und Ziel der wissenschaftlich-zahnärztlichen Werkstoffkunde." DZW. 1936, Nr. 5.

— „Materialkunde." Berlin 1920, Verlag H. Meusser.

— „Kurzer Leitfaden der zahnärztlichen Metallkunde." Berlin.

— „Entwicklung und Aufgaben der zahnärztlichen Werkstoffkunde." Zahnärztliche Mitteilungen 1938, Nr. 40 (Tagungsheft).

Siem. „Über die Wirkungen des Aluminiums und Berylliums auf den tierischen Organismus." Angeführt von W. Pfaff in seinem Bericht über den IV. internationalen zahnärztlichen Kongreß in St. Louis (20. August bis 3. September 1904). D. M. f. Z. 1905, S. 97.

Lebenslauf

Am 26. März 1911 wurde ich als zweiter Sohn des Lehrers Josef Engler und seiner Ehefrau Klara, geb. Klemt, in Neukramzig, Kr. Bomst, geboren. Nach fünfjährigem Besuch der dortigen Volksschule kam ich Ostern 1922 auf das humanistische Gymnasium in Glogau, das ich im Juli 1927 verließ. Dann besuchte ich das humanistische Gymnasium in Sagan und legte Ostern 1931 am humanistischen Gymnasium in Sorau die Reifeprüfung ab. Nachdem ich an der Universität in Breslau zwei Semester Mathematik studiert hatte, begann ich Ostern 1932 das Studium der Zahnheilkunde. Die drei vorklinischen Semester belegte ich an den Universitäten in Innsbruck und Königsberg. Hier bestand ich am 24. Juli 1933 die zahnärztliche Vorprüfung. Das erste klinische Semester studierte ich in Münster. Anschließend an dieses Semester leistete ich in Hallenberg/Sauerland eine zehnwöchige Arbeitsdienstzeit ab. Die letzten drei klinischen Semester belegte ich in Breslau und bestand am 8. August 1936 an derselben Universität mein Staatsexamen. Zur Zeit bin ich in Breslau als Assistent tätig.

Ich besitze die deutsche Reichsangehörigkeit und bin arischer Abstammung.

Georg Engler.